

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-283785

(43)Date of publication of application : 29.10.1993

(51)Int.Cl.

H01S 3/1055

H01L 21/027

H01S 3/08

H01S 3/106

(21)Application number : 04-080898

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 02.04.1992

(72)Inventor : WAKABAYASHI OSAMU

KOBAYASHI YUKIO

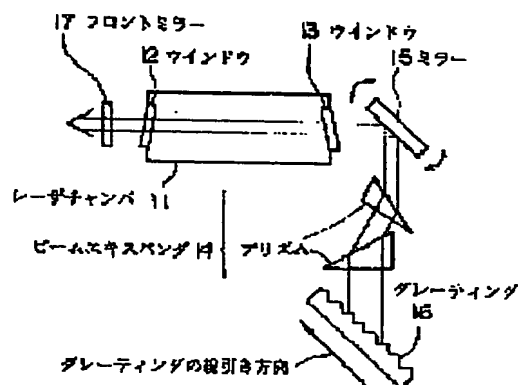
KOWAKA MASAHIKO

(54) NARROW BAND LASER DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable a narrow band laser device to control laser beams accurately and stably in wavelength at a high speed.

CONSTITUTION: At least, a mirror 15 is provided between a laser chamber 11 and a grating 16, the drawing direction of the grating 16 is set nearly coincident with the expanding direction of a beam expander 14, a plane which contains the drawing direction of the grating 16 and the expanding direction of a beam expander 14 is set nearly coincident with the reflecting plane of the mirror 15, and a means which changes the mirror 15 in mounting angle is provided.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

12.01.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3397337

[Date of registration]

14.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the narrow-band laser equipment which has arranged the beam expander and the grating as a narrow-band-ized component The drawing direction and the beam expanded direction of said grating carry out abbreviation coincidence of at least one mirror between a laser medium and a grating. And narrow-band laser equipment characterized by having a means to change the include angle of said mirror while having arranged so that a flat surface including the drawing direction and said beam expanded direction of said grating and the close reflector of said mirror may carry out abbreviation coincidence.

[Claim 2] the field where a means to change the include angle of said beam expander, a grating, and a mirror includes the beam expanded direction of said beam expander, and the drawing direction of a grating — abbreviation — the narrow-band laser equipment according to claim 1 characterized by having a means to fix to a position and an include angle, on an parallel plate surface.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the narrow-band excimer laser equipment especially used as the light source for contraction projection aligners about narrow-band laser equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] Use of excimer laser attracts attention as the light source of the contraction projection aligner for semiconductor device manufacture (henceforth a stepper). As this excimer laser, narrow-band-ization of 2 or less pm of line breadth is required, and output power big moreover is required. The excimer laser constituted so that wavelength of a laser beam might be narrow-band-ized is proposed by adopting the grating which was comparatively excellent in endurance as a wavelength selection component as a technique of narrow-band-izing of excimer laser, and changing the include angle of this grating. The configuration of prism and the laser equipment which adopted the grating as a wavelength selection component is shown in drawing 12. In drawing, the slit member 3 in which the slit 2 was formed, respectively is arranged in the both ends of the laser chamber 1. Moreover, the front mirror 4 is arranged at one laser chamber 1 side, and the grating 6 is arranged in the another side side through the beam expander 5 which consists of three prism 7. As for laser beam L outputted from the laser chamber 1, the beam flare angle of the same direction as the direction of X is regulated by the slit 2 of the above-mentioned slit member 3. That is, by a beam flare angle's being regulated by said slit 2, and going and coming back to the same optical path between the front mirror 4 and a grating 6 by it, laser beam L outputted from the laser chamber 1 is constituted so that it may be narrow-band-ized and may oscillate from the front mirror 4. He fixes independently prism 7 and a grating 6, respectively, and was trying to control oscillation wavelength by changing the include angle of a grating 6 in such laser equipment.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, it is necessary to set wavelength line breadth to 2 or less pms in a single stage and, and narrow-band excimer laser which is used for a stepper requires a high speed and highly precise wavelength stabilization. Therefore, a big thing is needed for the grating and prism which are used, and weight will also become heavy inevitably. However, if a grating and prism are fixed independently, since a grating and prism will also vibrate independently by vibration of laser, the oscillation wavelength of laser will change a lot. And the grating with heavy weight was controlled and it was difficult in the include angle a high speed and to make it change with high precision, to be stabilized and to control wavelength with high precision.

[0004] This invention aims at offering a high speed and narrow-band laser equipment stably controllable with high precision for the wavelength of a laser beam.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In the narrow-band laser equipment concerning this invention In the narrow-band laser equipment which has arranged the beam expander and the grating as a narrow-band-ized component The drawing direction of said grating and the beam expanded direction of prism carry out abbreviation coincidence of at least one mirror between a laser medium and a grating. And while arranging so that a flat surface including the drawing direction and said beam expanded direction of said grating and the close reflector of said mirror may carry out abbreviation coincidence, it is characterized by having a means to change the include angle of said mirror.

[0006] moreover, the field which includes the beam expanded direction of said beam expander, and the drawing direction of a grating about a means to change the include angle of said beam expander, a grating, and a mirror — abbreviation — it has a means to fix to a position and an include angle, on an parallel plate surface, and you may make it fix on a plate surface with the means concerned

[0007]

[Function] According to the above-mentioned narrow-band laser equipment, since a mirror is quite smaller than a grating and prism and light, an include angle can be changed correctly very quickly. Therefore, the controllability and safety of oscillation wavelength of laser can be raised.

[0008] Moreover, since prism, the mirror, and the grating are being fixed at the position and the include angle on the plate of the same flat surface, these optical elements do not vibrate in independent. Therefore, the wavelength change by vibration of laser becomes very small.

[0009]

[Example] Hereafter, one example of the narrow-band laser equipment concerning this invention is explained to a detail, carrying out a drawing.

[0010] Drawing 1 is the block diagram of the laser equipment in the 1st example. In drawing, it is an example in the case of having arranged the total reflection mirror (henceforth a mirror) 15 between the beam expanders 14 which consist of the laser chamber 11 and two prism with which windows 12 and 13 were established in both ends. Said total reflection mirror 15 is arranged so that the flat surface and the close reflector of a mirror which the drawing direction of a grating 16 and the beam expanded direction of the beam expander 14 carry out abbreviation coincidence, and include the drawing direction and said beam expanded direction of said grating 16 may carry out abbreviation coincidence, and it can change oscillation wavelength by changing an include angle in the field. In addition, 17 is a front mirror. In addition, in the following examples, the same part is written with the same sign.

[0011] Drawing 2 is an example in the case of having divided the beam expander 14 into prism 18, and 19 and 20, and having arranged the mirror 15 in the meantime in the configuration of drawing 1. Also in this case, the mirror 15 is arranged so that the

flat surface and the close reflector of a mirror which the drawing direction of a grating 16 and the expanded direction of the beam expander 14 carry out abbreviation coincidence, and include the drawing direction and said beam expanded direction of said grating 16 may carry out abbreviation coincidence.

[0012] Drawing 3 is the block diagram of the laser equipment in the 2nd example. This example is equipped with the control means (a driver 24, a pulse motor 25, mirror holder 26) to which the include angle of a mirror is changed so that the selection wavelength of said grating may be changed based on that detection wavelength while it is equipped with a detection means (a beam splitter 21, the wavelength detector 22, wavelength controller 23) to detect the oscillation wavelength of laser. Others' configuration and arrangement of each optical system are the same as drawing 2.

[0013] In drawing 3, a part of laser beam outputted from the laser chamber 11 is taken out by the beam splitter 21, and the wavelength of an output laser beam is detected by the wavelength detector 22. The wavelength controller 23 drives delivery and a pulse motor 25 for a signal to a driver 24 based on the wavelength of the output laser beam detected with said wavelength detector 2. The include angle of the mirror 15 attached in the mirror holder 26 which is the control means to which the include angle of a mirror is changed by the drive of this pulse motor 25 will change. That is, feedback control of oscillation wavelength is performed by carrying out the sample of a part of laser beam by the beam splitter 21.

[0014] Drawing 4 enables it to adjust biaxial [of a perpendicular direction] to the beam expanded direction (or the drawing direction of a grating 16) of prism 20, the almost same direction, and its direction using what the gimbal device attached as said mirror holder 26. The oscillation wavelength of laser can be adjusted by adjusting the include angle of a mirror according to such a gimbal device. Moreover, the optical axis of laser can be easily adjusted by adjusting a perpendicular direction to said beam expanded direction.

[0015] Drawing 5 shows the example of the mirror holder equipped with the gimbal device. It is drawing where a front view and ** (b) looked at drawing 5 (a), and a right side view and ** (c) looked at a left side view and ** (d) from View d. In drawing, a mirror 33 is installed in the center on a plate 32, and is being fixed with the mirror presser foot 34 and bolt 30 which have been arranged to the four perimeters. Between a plate 31 and a plate 32, the ball 35 and springs 36 and 37 used as the supporting point are arranged, and it is held when pulled by springs 36 and 37 by using a ball 35 as the supporting point. The plate 31 is being fixed by the predetermined fixed means on the plate in the equipment which is not illustrated. Moreover, the same tap as the male screw of knobs 38 and 39 is formed in the plate 31. In (a), if a knob 38 is rotated, the point of a knob 38 will move, a plate 32 is pushed, a ball 35 is used as the supporting point, and the include angle of a mirror changes with these in the flat surface of space. Moreover, if a knob 39 is rotated as shown in (d), the point of a knob 39 will move, a plate 32 is pushed, a ball 35 is used as the supporting point, and the include angle of a mirror changes with these in the flat surface of space. By using such a gimbal device, the include angle of a mirror can be adjusted to a horizontal direction and a perpendicular direction with high precision.

[0016] In addition, although the mirror presser foot was used for mirror immobilization in this example, a plate may be pasted as long as there are adhesives which out gas does not generate by the laser beam. Furthermore, when controlling the include angle of a mirror automatically, a micrometer with a pulse motor or a DC motor may be attached, and a piezo-electric element may be attached at the tip of a knob.

[0017] Drawing 6 is the block diagram of the laser equipment in the 3rd example, and shows the example at the time of arranging each optical element on a plate. Here, in order to make the drawing direction of a grating, the expanded direction of a beam expander, and the close reflector of a mirror mostly in agreement, the example at the time of fixing to a predetermined include angle and a predetermined location is shown in the plate 40 parallel to the flat surface which includes the beam expanded direction of a beam expander, and the drawing direction of a grating 16 for a beam expander (prism 18-20), the mirror holder 26, and a grating 16. Prism 18-20 is fixed by the prism presser feet 41-43, respectively, and the grating 16 is being fixed by the grating presser foot 44. Moreover, the mirror holder 26 to which the gimbal device was attached is being fixed on the plate with the mirror holder fixed screw 45. Thus, if each optical element is fixed on the plate of the same flat surface, since each optical element will not vibrate in independent, the change width of face of the oscillation wavelength by vibration of laser can become small, and wavelength stability can be raised.

[0018] Drawing 7 and drawing 8 show the example of a configuration of the prism holder for fixing prism. In the fixed example of drawing 7, (a) is a top view and ** (b) is a front view. Prism 18 (19 or 20) is positioned by fastening plates 47 and 48 on the plate 46. Near the prism 18, rods 49 and 50 are arranged and the upper part of two rods is being fixed with the upper plate 51. If the same tap as the male screw of a knob 52 is formed in the upper plate 51 and a knob 52 is rotated, the pressure plate 53 of a point moves caudad and prism 18 is fixed on a plate 46.

[0019] In the fixed example of drawing 8, (a) is a top view and ** (b) is a front view. In this example, by forming a screw in the front face of rods 49 and 50, and rotating nuts 54 and 55, the upper plate 58 is caudad moved through springs 56 and 57, and prism 18 is fixed on a plate 46. Other configurations are the same as the fixed example of drawing 7. In addition, although prism is fixed by the mechanical approach in this example, as long as there are adhesives which out gas does not generate by the laser beam, you may paste up and fix to a plate. Furthermore, although direct prism and a grating are carried and it is fixing on a plate 40 in the example of drawing 6, drawing 7 or a prism holder like drawing 8 is produced, and the prism holder concerned may be put on the plate 40 of drawing 6, and you may fix.

[0020] Drawing 9 and drawing 10 show the example of a configuration of the grating holder for fixing a grating. In the fixed example of drawing 9, (a) is a top view and ** (b) is a front view. The grating 16 is positioned by fastening plates 61 and 62 on the plate 60. If a screw is formed in the front face of rods 63 and 64 and nuts 65 and 66 are rotated, the upper plate 69 moves caudad through springs 67 and 68, and a grating 16 is fixed on a plate 60.

[0021] In the fixed example of drawing 10, (a) is [a front view and ** (c) of a top view and ** (b)] the right side views of (b). On a plate 70, a fastening plate 71 is fixed with the fixed screw 72, and the grating 16 is positioned by doubling the field of a fastening plate 71, and the tooth back of a grating 16. The same tap as the male screw of knobs 73 and 74 is formed, if knobs 73 and 74 are rotated in a fastening plate 71, the pressure plates 75 and 76 of a point will move to it caudad, and a grating 16 is fixed on a plate 70.

[0022] In addition, although the grating is fixed by the mechanical approach in this example, as long as there are adhesives which out gas does not generate by the laser beam, you may paste up and fix to a plate. Furthermore, although direct prism and a grating are carried and it is fixing on a plate 40 in the example of drawing 6, drawing 9 or a grating holder like drawing 10 is produced, and the grating holder concerned may be put on the plate 40 of drawing 6, and you may fix.

[0023] Drawing 11 is a block diagram at the time of using as the housing of a narrow-band-ized component the mirror holder 26 to which the gimbal device was attached, and the plate which carries each optical element. In drawing 11, the housing 77 of the front mirror 17 and a narrow-band-ized component is being fixed with the Invar rod 78 and plates 79 and 80 which stored the

laser chamber 11. The alignment of a laser beam can be prevented from being out of order by considering as such a configuration with the heat of laser, and vibration. Prism 18-20 and a grating 16 are being fixed to the bottom plate of the housing 77 of a narrow-band-ized component by the prism presser feet 41-43 and the grating presser foot 44. Moreover, the mirror holder 26 attaches the plate 31 in drawing 5 perpendicularly to a bottom plate, and is making this plate 31 unite with the housing 77 of a narrow-band-ized component. Thereby, whenever [sealing / of the housing 77 of a narrow-band component] can be raised. Moreover, oil free-ization is attained by making the screw section into a solid lubricant. It becomes possible by shutting the lid of the housing 77 of this narrow-band component, and purging inactive gas (for example, nitrogen gas etc.) to a clean laser beam to prolong the life of a narrow-band-ized component by leaps and bounds. Moreover, in this example, while inputting a part of output light into the wavelength detector 22 by the beam splitter 21 and detecting the wavelength of an output laser beam, by making a driver 24 rotate delivery and a pulse motor 25 for a signal from the wavelength controller 23 based on that wavelength, the include angle of a mirror is changed and feedback control of wavelength is performed.

[0024]

[Effect of the Invention] As explained above, in the narrow-band laser equipment concerning this invention, a mirror is arranged between a grating and a laser medium, since the wavelength of a laser beam was controlled by adjusting the include angle of that mirror, the wavelength of a laser beam can be controlled to a high speed and high degree of accuracy, and the stability of wavelength can be raised.

[0025] Moreover, since optical elements, such as a grating, were fixed at the position and the include angle on the plate of the same flat surface, independence-vibration of these optical elements can be prevented and change of the oscillation wavelength by vibration of laser can be minimized.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

- [Drawing 1] The block diagram of the laser equipment in the 1st example.
[Drawing 2] The block diagram of the laser equipment in which the modification of drawing 1 is shown.
[Drawing 3] The block diagram of the laser equipment in the 2nd example.
[Drawing 4] The block diagram at the time of using the mirror holder equipped with the gimbal device.
[Drawing 5] Drawing showing the example of the mirror holder equipped with the gimbal device.
[Drawing 6] Drawing showing the example at the time of arranging each optical element on a plate.
[Drawing 7] Drawing showing the example of a configuration of a prism holder.
[Drawing 8] Drawing showing the example of a configuration of a prism holder.
[Drawing 9] Drawing showing the example of a configuration of a grating holder.
[Drawing 10] Drawing showing the example of a configuration of a grating holder.
[Drawing 11] The block diagram at the time of using as the housing of a narrow-band-ized component the mirror holder to which the gimbal device was attached, and the plate which carries each optical element.
[Drawing 12] Drawing showing the configuration of prism and the laser equipment which adopted the grating as a wavelength selection component.

[Description of Notations]

11 [— A grating, 17 / — A front mirror, 18-20 / — Prism, 21 / — A beam splitter, 22 / — A wavelength detector, 23 / — A wavelength controller, 24 / — A driver, 25 / — A pulse motor, 26 / — Mirror holder,] — 12 A laser chamber, 13 — A window, 15 — A mirror, 16

[Translation done.]

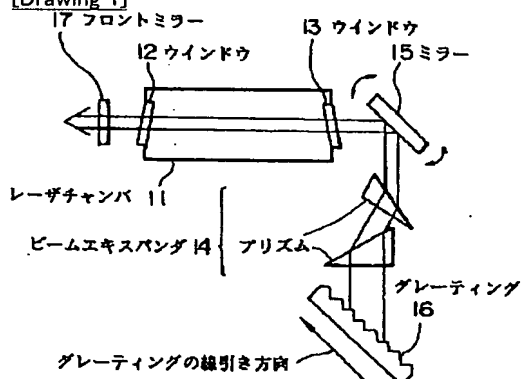
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

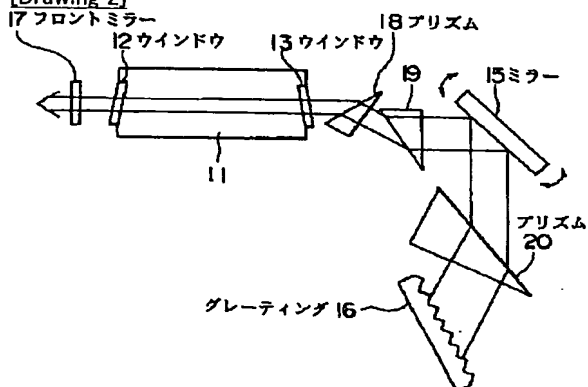
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

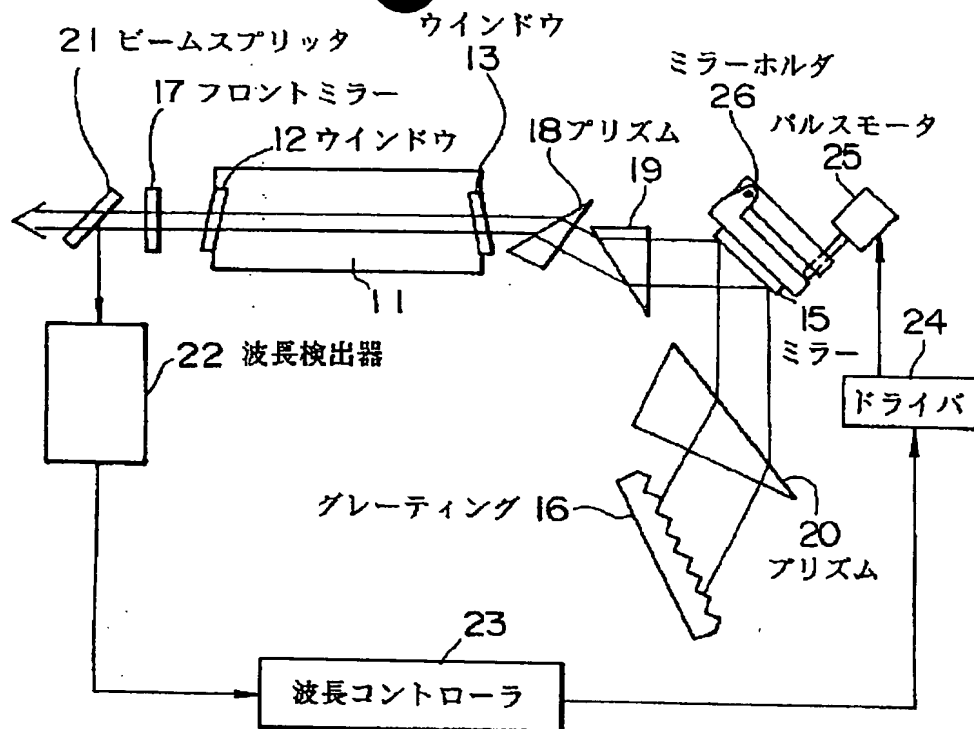
[Drawing 1]



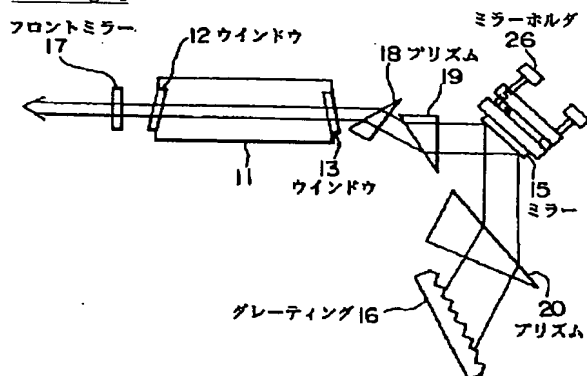
[Drawing 2]



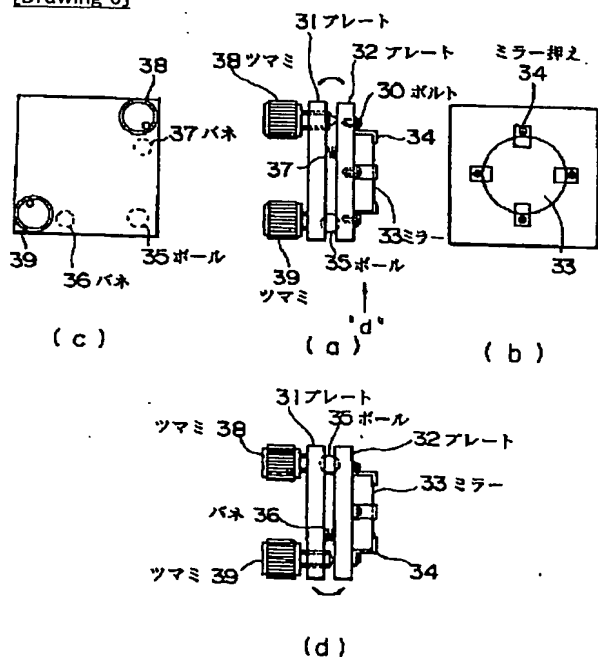
[Drawing 3]



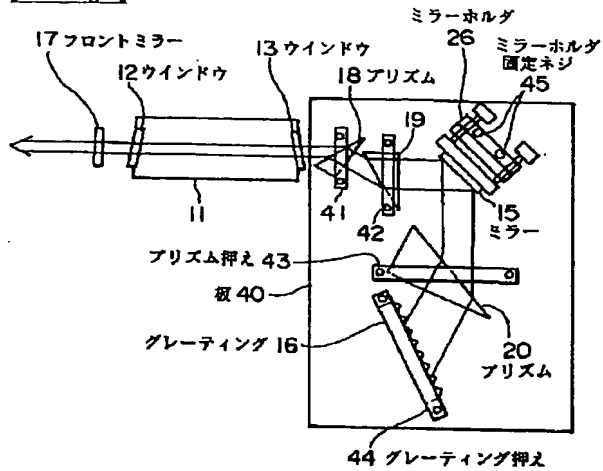
[Drawing 4]



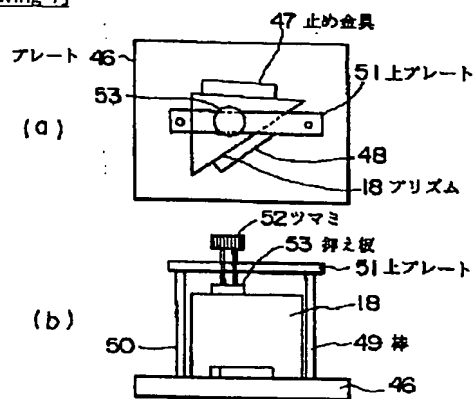
[Drawing 5]



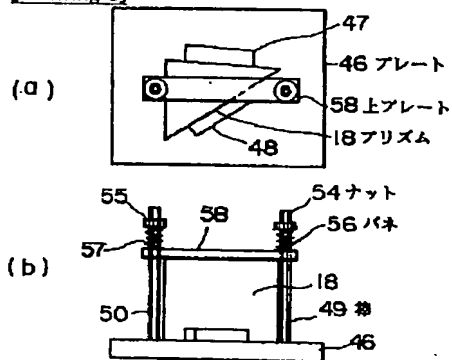
[Drawing 6]



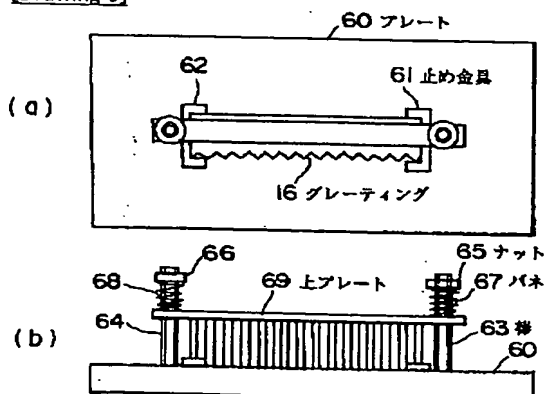
[Drawing 7]



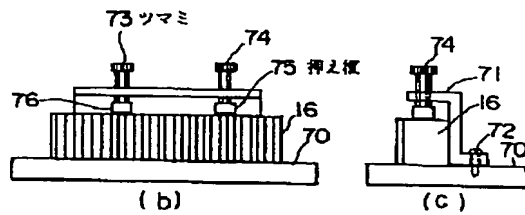
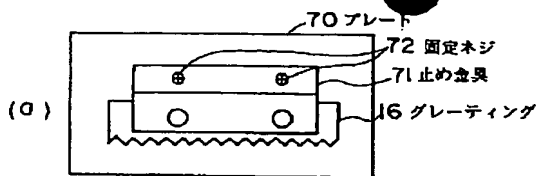
[Drawing 8]



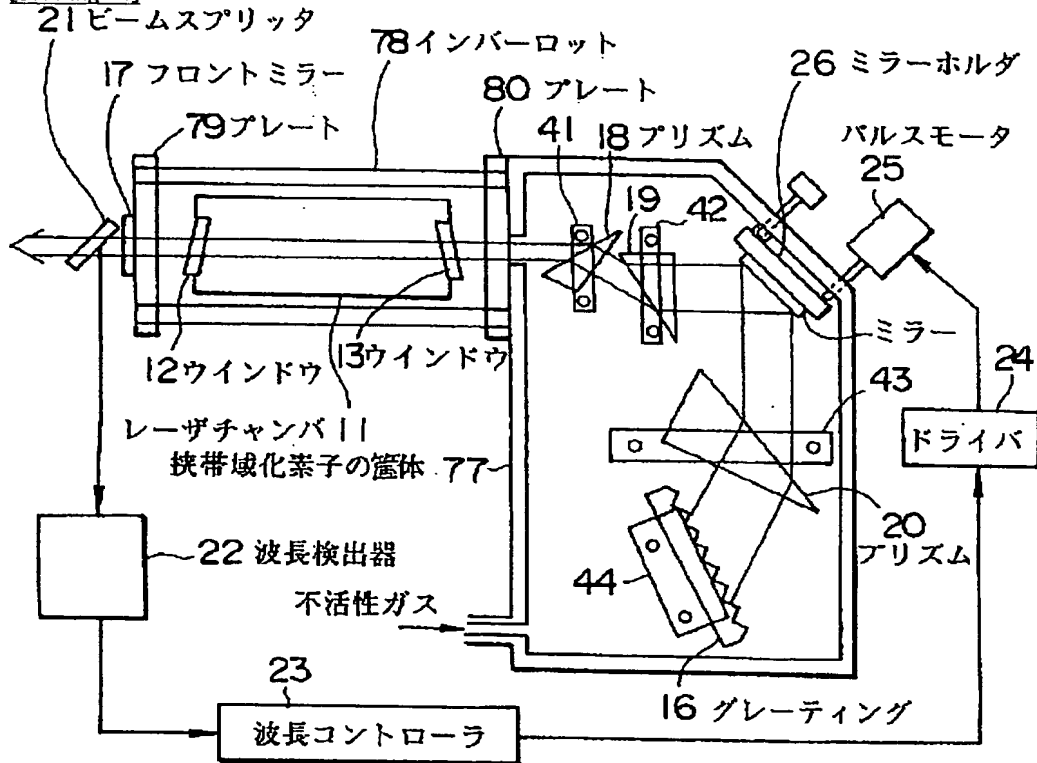
[Drawing 9]



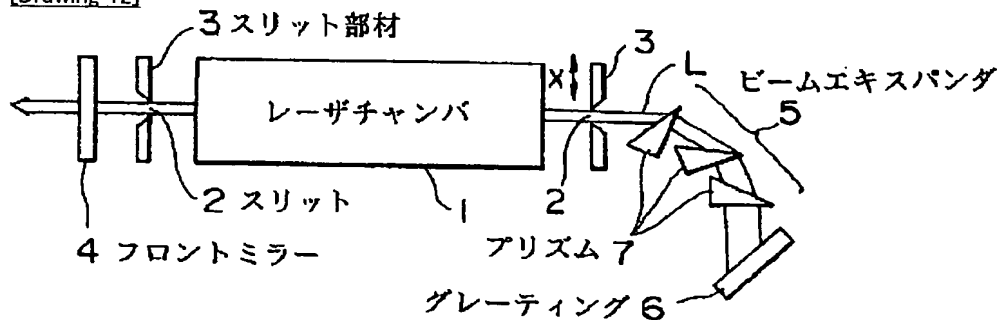
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-283785

(43)公開日 平成5年(1993)10月29日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/1055		8934-4M		
H 0 1 L 21/027				
H 0 1 S 3/08				
		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 1 1 S
		8934-4M	H 0 1 S 3/ 08	Z
審査請求 未請求 請求項の数2(全 8 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平4-80898

(22)出願日 平成4年(1992)4月2日

(71)出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72)発明者 若林 理

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72)発明者 小林 諭樹夫

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72)発明者 小若 雅彦

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

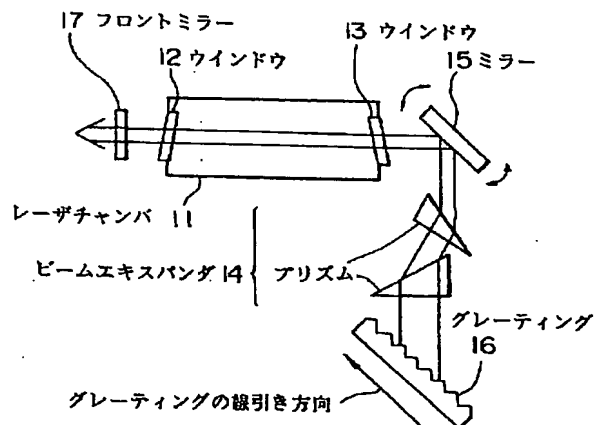
(74)代理人 弁理士 木村 高久

(54)【発明の名称】 狭帯域レーザ装置

(57)【要約】

【目的】狭帯域レーザ装置において、レーザ光の波長を高速かつ高精度に安定的に制御することができるようにする。

【構成】レーザチャンバ11とグレーティング16との間に少なくとも1個のミラー15を、前記グレーティング16の線引き方向とビームエキスパンダ14のビームエキスパンダ方向が略一致し、かつ前記グレーティング16の線引き方向と前記ビームエキスパンダ方向を含む平面と前記ミラー15の入反射面が略一致するように配置するとともに、前記ミラーの角度を変化させる手段を具えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 狭帯域化素子としてビームエキスパンダとグレーティングを配置した狭帯域レーザ装置において、レーザ媒質とグレーティングとの間に少なくとも1個のミラーを、前記グレーティングの線引き方向とビームエキスパンダ方向が略一致し、かつ前記グレーティングの線引き方向と前記ビームエキスパンダ方向を含む平面と前記ミラーの入反射面が略一致するように配置するとともに、前記ミラーの角度を変化させる手段を具えたことを特徴とする狭帯域レーザ装置。

【請求項2】 前記ビームエキスパンダ、グレーティング及びミラーの角度を変化させる手段は、前記ビームエキスパンダのビームエキスパンダ方向とグレーティングの線引き方向を含む面に略平行な板面上に所定の位置及び角度に固定する手段を具えることを特徴とする請求項1記載の狭帯域レーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は狭帯域レーザ装置に関し、特に、縮小投影露光装置用の光源として用いられる狭帯域エキシマレーザ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体装置製造用の縮小投影露光装置（以下、ステッパという）の光源としてエキシマレーザの利用が注目されている。このエキシマレーザとしては線幅2 μm 以下の狭帯域化が要求され、しかも大きな出力パワーが要求される。エキシマレーザの狭帯域化の技術としては、比較的耐久性に優れたグレーティングを波長選択素子として採用し、このグレーティングの角度を変化させることにより、レーザ光の波長を狭帯域化するように構成したエキシマレーザが提案されている。プリズムとグレーティングを波長選択素子として採用したレーザ装置の構成を図12に示す。図において、レーザチャンバ1の両端には、それぞれスリット2が形成されたスリット部材3が配設されている。また、レーザチャンバ1の一方の側にはフロントミラー4が配置され、他方の側には3つのプリズム7からなるビームエキスパンダ5を介してグレーティング6が配設されている。レーザチャンバ1から出力されるレーザ光は、上記スリット部材3のスリット2によりX方向と同一方向のビーム拡がり角が規制される。すなわち、レーザチャンバ1から出力されるレーザ光は、前記スリット2によってビーム拡がり角が規制され、フロントミラー4とグレーティング6間の同一光路を往復することにより、狭帯域化されてフロントミラー4から発振されるように構成されている。このようなレーザ装置においては、プリズム7及びグレーティング6をそれぞれ独立して固定し、グレーティング6の角度を変化させることにより発振波長を制御するようにしていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ステッパに使用されるような狭帯域エキシマレーザでは、前述したように波長線幅を単一段で2 μm 以下にする必要があり、また高速かつ高精度な波長安定化が要求される。したがって、使用されるグレーティング及びプリズムには大きなものが必要となり、必然的に重量も重いものとなる。しかし、グレーティングやプリズムを独立して固定すると、レーザの振動によってグレーティング及びプリズムも独立して振動するため、レーザの発振波長が大きく変化してしまうことになる。しかも、重量の重いグレーティングを制御し、その角度を高速かつ高精度に変化させて波長を安定して高精度に制御することは困難であった。

【0004】 この発明は、レーザ光の波長を高速かつ高精度に安定的に制御することができる狭帯域レーザ装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 この発明に係わる狭帯域レーザ装置においては、狭帯域化素子としてビームエキスパンダとグレーティングを配置した狭帯域レーザ装置において、レーザ媒質とグレーティングとの間に少なくとも1個のミラーを、前記グレーティングの線引き方向とプリズムのビームエキスパンダ方向が略一致し、かつ前記グレーティングの線引き方向と前記ビームエキスパンダ方向を含む平面と前記ミラーの入反射面が略一致するように配置するとともに、前記ミラーの角度を変化させる手段を具えたことを特徴とする。

【0006】 また、前記ビームエキスパンダ、グレーティング及びミラーの角度を変化させる手段については、前記ビームエキスパンダのビームエキスパンダ方向とグレーティングの線引き方向を含む面に略平行な板面上に所定の位置及び角度に固定する手段を具え、当該手段により板面上に固定するようにしてもよい。

【0007】

【作用】 上記狭帯域レーザ装置によれば、ミラーはグレーティング及びプリズムよりもかなり小さく軽いため、非常に速く正確に角度を変化させることができる。したがって、レーザの発振波長の制御性及び安全性を向上させることができる。

【0008】 また、プリズム、ミラー及びグレーティングは同一平面の板上に所定の位置及び角度で固定されているため、それら光学素子が独立的に振動しない。そのため、レーザの振動による波長変化は非常に小さくなる。

【0009】

【実施例】 以下、この発明に係わる狭帯域レーザ装置の一実施例を図面をしながら詳細に説明する。

【0010】 図1は、第1の実施例におけるレーザ装置の構成図である。図において、両端にウィンドウ12、13が設けられたレーザチャンバ11と2つのプリズムからなるビームエキスパンダ14の間に全反射ミラー

(以下、ミラーという) 15を配置した場合の例である。前記全反射ミラー15は、グレーティング16の線引き方向とビームエキスパンダ14のビームエキスパンダ方向が略一致し、かつ前記グレーティング16の線引き方向と前記ビームエキスパンダ方向を含む平面とミラーの入反射面が略一致するように配置されており、その面内で角度を変化させることによって発振波長を変化させることができる。なお、17はフロントミラーである。なお、以下の実施例において、同一部分を同一符号で表記する。

【0011】図2は、図1の構成において、ビームエキスパンダ14をプリズム18と19、及び20に分割し、その間にミラー15を配置した場合の例である。この場合も、ミラー15はグレーティング16の線引き方向とビームエキスパンダ14のエキスパンダ方向が略一致し、かつ前記グレーティング16の線引き方向と前記ビームエキスパンダ方向を含む平面とミラーの入反射面が略一致するように配置されている。

【0012】図3は、第2の実施例におけるレーザ装置の構成図である。この例は、レーザの発振波長を検出する検出手段(ビームスプリッタ21、波長検出器22、波長コントローラ23)を具えるとともに、その検出波長に基づいて前記グレーティングの選択波長を変化させるようにミラーの角度を変化させる制御手段(ドライバ24、パルスモータ25、ミラーホルダ26)を具えたものである。その他の各光学系の構成及び配置は図2と同じである。

【0013】図3において、レーザチャンバ11から出力されたレーザ光の一部はビームスプリッタ21により取り出され、波長検出器22で出力レーザ光の波長が検出される。波長コントローラ23は、前記波長検出器22で検出された出力レーザ光の波長に基づいてドライバ24に信号を送り、パルスモータ25を駆動する。このパルスモータ25の駆動により、ミラーの角度を変化させる制御手段であるミラーホルダ26に取り付けられたミラー15の角度が変化することになる。すなわち、レーザ光の一部をビームスプリッタ21によりサンプルすることにより、発振波長のフィードバック制御を行っている。

【0014】図4は、前記ミラーホルダ26としてジンバル機構のついたものを用い、プリズム20のビームエキスパンダ方向(又はグレーティング16の線引き方向)とほぼ同じ方向と、その方向に対して垂直な方向の2軸を調整できるようにしたものである。このようなジンバル機構によりミラーの角度を調整することにより、レーザの発振波長を調整することができる。また、前記ビームエキスパンダ方向に対して垂直な方向を調整することによって、レーザの光軸を容易に調整することができる。

【0015】図5は、ジンバル機構を具えたミラーホル

ダの具体例を示したものである。図5(a)は正面図、同(b)は右側面図、同(c)は左側面図、同(d)は矢視dから見た図である。図において、ミラー33はプレート32上の中央に設置され、その周囲4カ所に配置されたミラー押え34とボルト30により固定されている。プレート31とプレート32の間には、支点となるボール35とバネ36及び37が配設され、ボール35を支点としてバネ36及び37に引っ張られることによって保持されている。プレート31は図示せぬ装置内の板上に所定の固定手段により固定されている。また、プレート31にはツマミ38、39の雄ネジと同じタップが形成されている。(a)において、ツマミ38を回転させるとツマミ38の先端部が移動し、これによってプレート32が押され、ボール35を支点にしてミラーの角度が紙面の平面内で変化する。また、(d)のようにツマミ39を回転させるとツマミ39の先端部が移動し、これによってプレート32が押され、ボール35を支点にしてミラーの角度が紙面の平面内で変化する。このようなジンバル機構を用いることにより、ミラーの角度を水平方向と垂直方向に高精度に調整することができる。

【0016】なお、この実施例ではミラー固定にミラー押えを使用した。レーザ光によりアウトガスが発生しない接着剤があれば、プレートに接着してもよい。さらに、ミラーの角度を自動的に制御する場合は、パルスモータ又はDCモータ付きのマイクロメータを取り付けてもよいし、ツマミの先端にピエゾ素子を取り付けてもよい。

【0017】図6は、第3の実施例におけるレーザ装置の構成図であり、各光学素子を板上に配設した場合の具体例を示している。ここでは、グレーティングの線引き方向、ビームエキスパンダのエキスパンダ方向及びミラーの入反射面をほぼ一致させるために、ビームエキスパンダ(プリズム18~20)、ミラーホルダ26及びグレーティング16をビームエキスパンダのビームエキスパンダ方向とグレーティング16の線引き方向を含む平面と平行な板40に所定の角度及び位置に固定した場合の例を示している。プリズム18~20は、それぞれプリズム押え41~43により固定され、グレーティング16はグレーティング押え44により固定されている。また、ジンバル機構の付いたミラーホルダ26はミラーホルダ固定ネジ45により板上に固定されている。このように、各光学素子を同一平面の板上に固定すると、各々の光学素子が独立的に振動しないため、レーザの振動による発振波長の変化幅が小さくなり、波長安定性を向上させることができる。

【0018】図7及び図8は、プリズムを固定するためのプリズムホルダの構成例を示したものである。図7の固定例において(a)は平面図、同(b)は正面図である。プリズム18(又は19、20)は、プレート46

上に止め金具47及び48によって位置決めされている。プリズム18の近傍には、棒49及び50が配設され、2つの棒の上部は上プレート51により固定されている。上プレート51にはツマミ52の雄ネジと同じタップが形成されていて、ツマミ52を回転させると先端部の押え板53が下方に移動し、プリズム18をプレート46上に固定する。

【0019】図8の固定例において(a)は平面図、同(b)は正面図である。この例では、棒49及び50の表面にネジが形成され、ナット54及び55を回転させることにより、バネ56及び57を介して上プレート58を下方に移動させ、プリズム18をプレート46上に固定する。その他の構成は図7の固定例と同じである。

なお、この実施例ではプリズムを機械的な方法で固定しているが、レーザ光によりアウトガスが発生しない接着剤があれば、プレートに接着して固定してもよい。さらに、図6の例では板40の上に直接プリズムやグレーティングを載せて固定しているが、図7又は図8のようなプリズムホルダを作製し、当該プリズムホルダを図6の板40に載せて固定してもよい。

【0020】図9及び図10は、グレーティングを固定するためのグレーティングホルダの構成例を示したものである。図9の固定例において(a)は平面図、同(b)は正面図である。グレーティング16は、プレート60上に止め金具61及び62によって位置決めされている。棒63及び64の表面にはネジが形成され、ナット65及び66を回転させると、バネ67及び68を介して上プレート69が下方に移動し、グレーティング16をプレート60上に固定する。

【0021】図10の固定例において(a)は平面図、同(b)は正面図、同(c)は(b)の右側面図である。プレート70上には止め金具71が固定ネジ72によって固定され、グレーティング16は、止め金具71の面とグレーティング16の背面を合わせることにより位置決めされている。止め金具71には、ツマミ73及び74の雄ネジと同じタップが形成されていて、ツマミ73及び74を回転させると先端部の押え板75及び76が下方に移動し、グレーティング16をプレート70上に固定する。

【0022】なお、この実施例ではグレーティングを機械的な方法で固定しているが、レーザ光によりアウトガスが発生しない接着剤があれば、プレートに接着して固定してもよい。さらに、図6の例では板40の上に直接プリズムやグレーティングを載せて固定しているが、図9又は図10のようなグレーティングホルダを作製し、当該グレーティングホルダを図6の板40に載せて固定してもよい。

【0023】図11は、ジナル機構の付いたミラーホルダ26と各光学素子を載せる板を、狭帯域化素子の筐体とした場合の構成図である。図11において、フロ

トミラー17と狭帯域化素子の筐体77は、レーザチャンバ11を収めたインバーロッド78とプレート79及び80により固定されている。このような構成とすることで、レーザの熱及び振動によりレーザ光のアライメントが狂わないようにすることができる。プリズム18〜20及びグレーティング16は、プリズム押え41〜43及びグレーティング押え44により狭帯域化素子の筐体77の底板上に固定されている。また、ミラーホルダ26は図5におけるプレート31を底板に対して垂直に取り付け、このプレート31を狭帯域化素子の筐体77と一体化させている。これにより、狭帯域化素子の筐体77の密封度を向上させることができる。また、ネジ部を個体潤滑剤とすることにより、オイルフリー化が可能となる。この狭帯域化素子の筐体77の蓋を閉め、クリーンなレーザ光に対して不活性なガス(例えば窒素ガス等)をバージすることにより、狭帯域化素子の寿命を飛躍的に延ばすことが可能となる。また、この例ではビームスプリッタ21により出力光の一部を波長検出器22に入力して出力レーザ光の波長を検出するとともに、その波長に基づいて波長コントローラ23からドライバ24に信号を送り、パルスモータ25を回転させることにより、ミラーの角度を変化させて波長のフィードバック制御を行っている。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、この発明に係わる狭帯域レーザ装置においては、グレーティングとレーザ媒質の間にミラーを配置し、そのミラーの角度を調整することによってレーザ光の波長を制御するようにしたため、レーザ光の波長を高速かつ高精度に制御することができ、波長の安定性を向上させることができる。

【0025】また、グレーティングなどの光学素子を同一平面の板上に所定の位置及び角度で固定するようにしたため、それら光学素子の独立的な振動を防止することができ、レーザの振動による発振波長の変化を最少限に止どめることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施例におけるレーザ装置の構成図。

【図2】図1の変形例を示すレーザ装置の構成図。

【図3】第2の実施例におけるレーザ装置の構成図。

【図4】ジナル機構を具えたミラーホルダを使用した場合の構成図。

【図5】ジナル機構を具えたミラーホルダの具体例を示す図。

【図6】各光学素子を板上に配設した場合の具体例を示す図。

【図7】プリズムホルダの構成例を示す図。

【図8】プリズムホルダの構成例を示す図。

【図9】グレーティングホルダの構成例を示す図。

【図10】グレーティングホルダの構成例を示す図。

【図11】ジナル機構の付いたミラーホルダと各光学

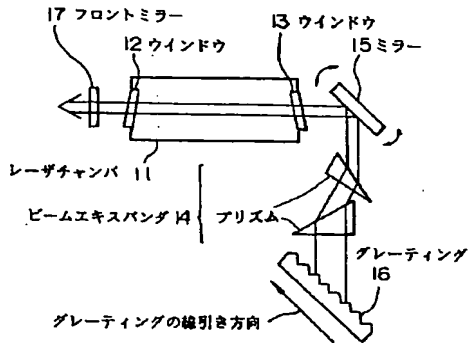
素子を載せる板を狭帯域化素子の筐体とした場合の構成図。

【図12】プリズムとグレーティングを波長選択素子として採用したレーザ装置の構成を示す図。

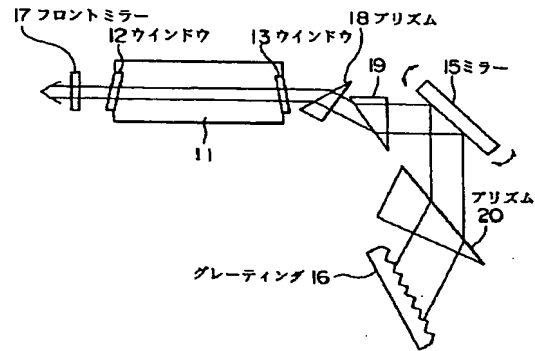
【符号の説明】

* 11…レーザチャンバ、12、13…ウィンドウ、15…ミラー、16…グレーティング、17…フロントミラー、18…20…プリズム、21…ビームスプリッタ、22…波長検出器、23…波長コントローラ、24…ドライバ、25…パルスモータ、26…ミラーホルダ、

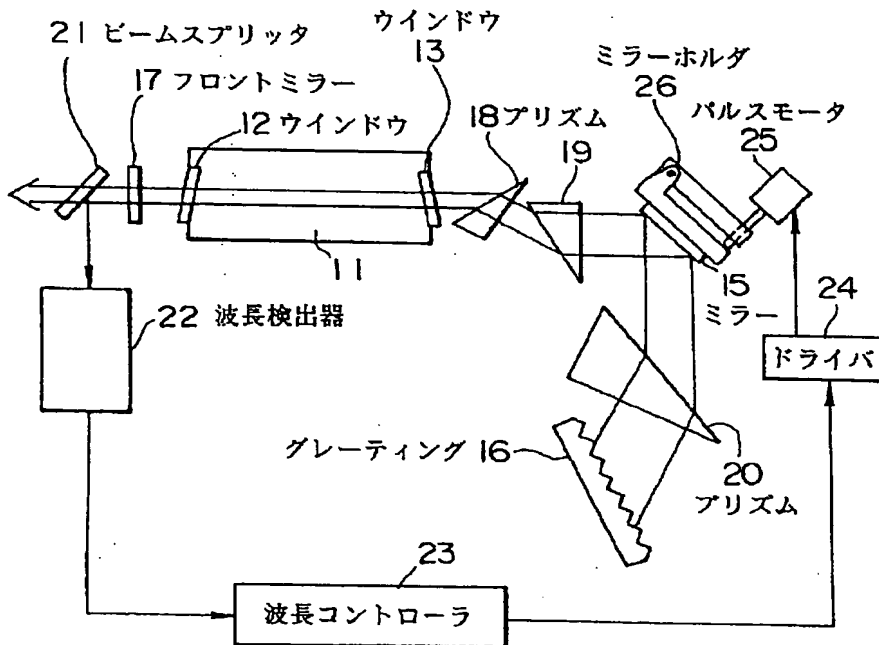
【図1】



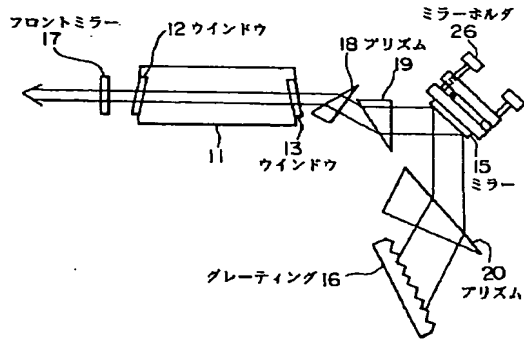
【図2】



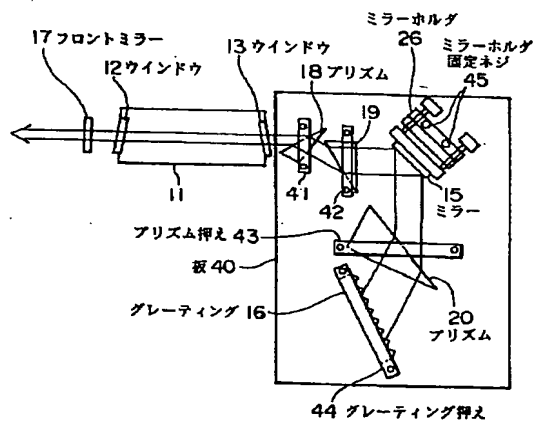
【図3】



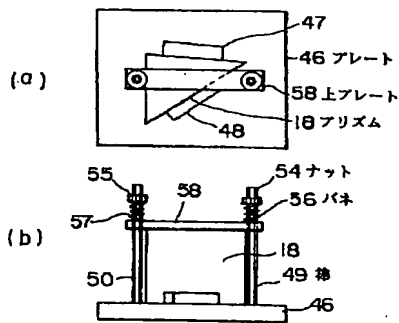
【図4】



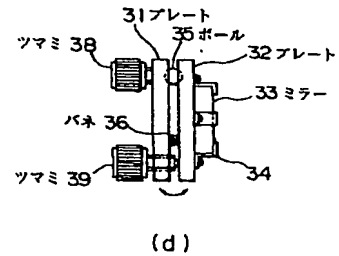
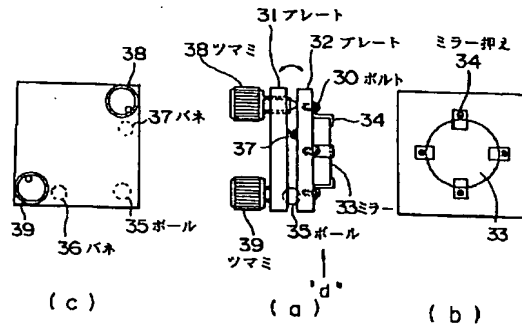
【図6】



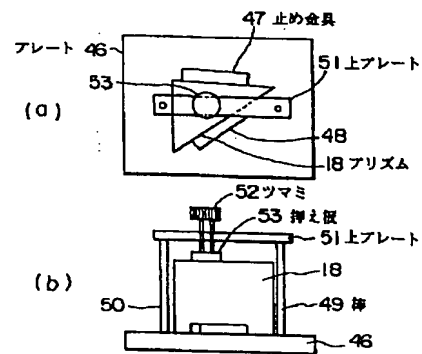
【図8】



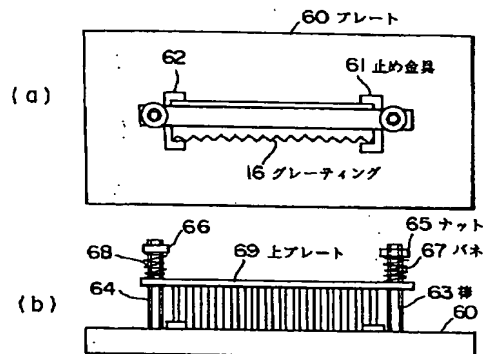
【図5】



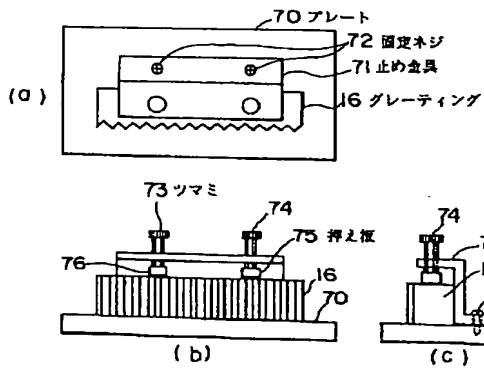
【図7】



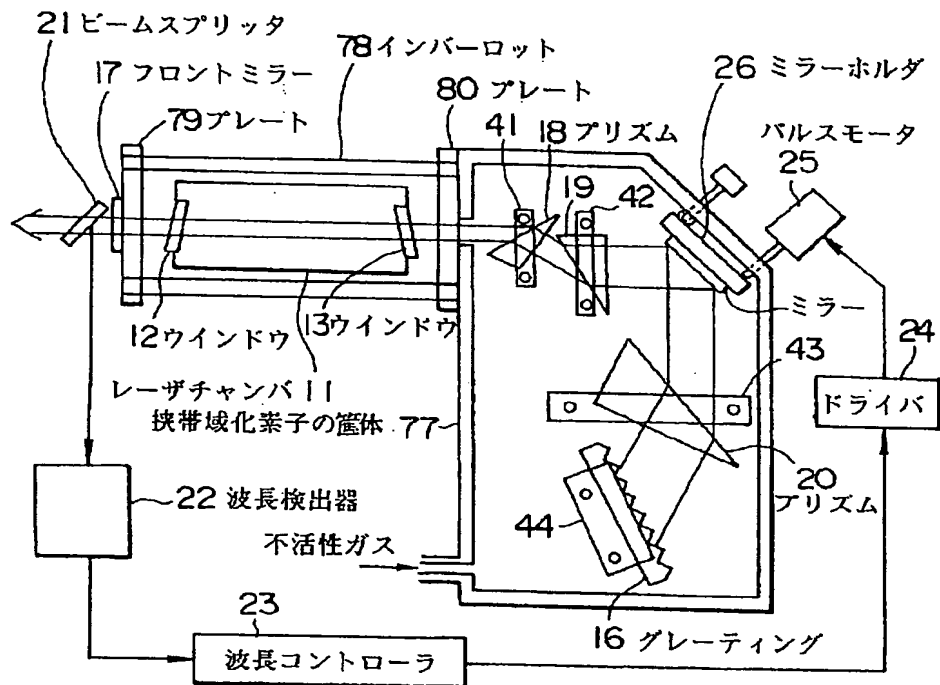
【図9】



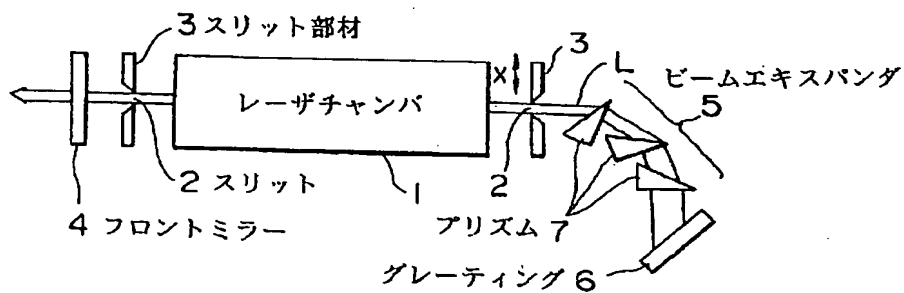
【図10】



【図11】



【図12】



(8)

特開平5-283785

フロントページの続き

(51)Int.Cl.³

H01S 3/106

識別記号

片内整理番号

8934-4M

F I

技術表示箇所

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.